FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1963

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'UNIVERSITE

n° 1259

BARLA MOUKOKO Louis Thomas

né le 12 avril 1924 à DOUALA (Cameroun)

Présentée et soutenue publiquement le :

DE L'INTERET DES PROTEINES PETROLIERES DANS LE TRAITEMENT ET LA PREVENTION DU KWASHIORKOR

Président : M. L. BRUMPT, Professeur

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE · PARIS-Ve

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1963 n°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'UNIVERSITE

BARLA MOUKOKO Louis Thomas

né le 12 avril 1924 à DOUALA (Cameroun)

Présentée et soutenue publiquement le :

DE L'INTERET DES PROTEINES PETROLIERES DANS LE TRAITEMENT ET LA PREVENTION DU KWASHIORKOR

Président : M. L. BRUMPT, Professeur

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

1-2-1963

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (E.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gastinel (P.), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lantuejoul (P.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Mouquin (M.), Olivier (E.), Pasteur Valléry-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN . . . . . Léon BINET.
Membre de l'Institut

1er ASSESSEUR . . . . . Gaston CORDIER
2e ASSESSEUR . . . . . Paul CASTAIGNE

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.) SCHAPIRA (G.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie (Lariboisière)	JOANNON (P.)
Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	N...
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	BOUDIN (G.)
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
Physiologie	BINET (L.) BARGETON (D.)
Physiologie et pathologie obstétricale	LEPAGE (F.)
Physique médicale	DOGNON (A.) DJOURNO (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAMOTTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Biochimie médicale	DESGREZ (P.) POLONOVSKI (J.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Hygiène et médecine préventive	DEPARIS (M.)
Pharmacologie	LÉVY (Mlle J.)
Physiologie	PARROT (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

		MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)		REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)		SOULIÉ (P.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
	Cochin	LEGER (L.)
	Cochin	ABOULKER (P.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Pitié	CORDIER (G.)
	Saint-Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)		FÈVRE (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)		MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)		GAUDART d'ALLAINES (F. de)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)		MATHEY (J.)
Clinique endocrinologique (Pitié)		DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)		LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)		HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)		DEGOS (R.)
Clinique des maladies des Enfants (Enfants-Malades)		CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)		MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)		DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)		HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)		MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)		CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales	Boucicaut	MILLIEZ (P.)
	Broussais	LENÈGRE (J.)
	Cochin	JUSTIN-BESANÇON (L.)
	Cochin	BROUET (G.)
	Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
	Lariboisière	SÈZE (S. de)
	Pitié	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat)		DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)		GENNES (L. de)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)		DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)		DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)		GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales	Baudelocque	LACOMME (M.)
	Foch (Suresnes)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)		VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)		RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)		AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)		LELONG (M.)
Clinique de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)		MARIE (J.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)		BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)		MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)		COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Pitié)		DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)		ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)		LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique		GAULTIER (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique		PADOVANI (P.)
Séméiologie médicale		DOMART (A.)
Séméiologie et clinique chirurgicales		POILLEUX (F.)
Clinique urologique (Necker)		COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)		TURPIN (R.)

b) Professeurs à titre personnel :

Médecine	BOUR (H.) LHERMITTE (F.) PEQUIGNOT (H.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAITRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) GILLOT (C.) OLIVIER (G.) pr. s. ch.
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) pr. s. ch. ABELANET (R.) CHOMETTE (G.) GOUYGOU (Ch.), m. conf. NEZELOFF (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
Anesthésiologie	KERN (E.) VOURC'H (G.)
Bactériologie	BARBIER (P.) pr. s. ch. CHRISTOL (D.) LE MINOR (L.) TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	BAGLIEU Et. m. conf. BOURILLON (R.) CARTIER (P.) DREYFUS (J.-Cl.) GONNARD (P.) KRUH (J.) JEROME (H.)
Biologie appliquée à l'Education Physique et aux Sports	PLAS (F.)
Carcinologie	BOIRON (M.) DENOIX (P.) MATHE (G.) SELIGMANN (M.)
Dermato-Syphiligraphie	CIVATTE (J.) DUPERRAT (B.)
Electro-Radiologie	LEDOUX-LEBARD (G.)
Hématologie	BESSIS (M.) BILSKI-PASQUIER (G.) DAUSSET (J.) DUHAMEL (G.)
Histologie	COUJARD (R.), pr. s. ch. MAROIS (M.) RACADOT (J.)
Hydrologie	BESANÇON (F.) CORNET (A.)
Hygiène	BOYER (J.) pr. s. ch. BLANCHER (G.) CORRE-HURST (Mme L.) SAPIN-JALOUSTRE (H.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.) Pr. s. ch. DUPONT (V.)
Médecine légale	FOURNIER (E.) GUENIOT (M.) HADENGUE (A.)
Médecine du travail	ALBAHARY (C.)
Neuro-chirurgie	PERTUISET (B.)
Neurologie	LAPRESLE (J.)
Obstétrique	GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) LEVY (J.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) SENEZE (J.) SUREAU (C.) THOYER-ROZAT (J.)
Ophtalmologie	BRÉGEAT (P.) DUBOIS (A.) SARAUX (H.)

	MM.
Orthopédie	JUDET (R.) MEARY (R.) POSTEL (M.) RAMADIER (J.)
Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.) PIALOUX (P.)
Parasitologie	GOLVAN (Y.) LAPIERRE (J.)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J.) BINET (J.-P.) CERBONNET (G.) CHATELIN (C.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GARBAY (M.) GARNIER (H.) (Cl. de) GAUDART-d'ALLAINES GERMAIN (A.) LATASTE (J.) LOYGUE (J.) MERCADIER (M.) NATALI (J.) PELLERIN (D.) PERROTIN (J.) ROBERT (H.) THOMERET (G.)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J.)
Pathologie expérimentale	BENHAMOU (J.-P.) BERTHAUX (P.) BOIVIN (P.) CROSNIER (J.) HARTMANN (L.) LŒPER (J.) Pr. s. ch. MAURICE (J.) MIKOL (Cl.) RICHET (G.)
Pathologie médicale	AUSSANNAIRE (M.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BRICAIRE (H.) BRISSAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CATINAT (J.) CHRÉTIEN (J.) COBLENTZ (B.) CONTAMIN (F.) COURY (C.) ÉTIENNE (J.-P.) FREZAL (J.) FRITEL (D.) HENNEQUET (A.) HIMBERT (J.) HOUSSET (E.) LAROCHE (Cl.) LESOBRE (R.) LEVEQUE (B.) MAGREZ (C.) MOREAU (L.) NICK (J.) ROYER (P.) TOURNEUR (R.) WOLFROMM (R.)
Pédiatrie-Puériculture	LAFOURCADE (J.) LEPERCQ (G.) MANDE (R.) MOZZICONACCI (P.) POLONOVSKI (C.) ROSSIER (A.) VIALATTE (J.)

	MM.
Pharmacologie	BOISSIER (J.) LECHAT (P.)
Physiologie	BARRES (G.) DEJOURS (P.) pr. s. ch. DURAND (J.) GIRARD m. conf. HUGELIN (A.) SCHERRER (J.)
Physique médicale	CHANTEUR (J.) GOUGEROT (L.), m. conf. pr. s. ch. GREMY (F.) m. conf. MILHAUD (G.) PELLERIN (P.) ROUCAYROL (J.-Cl) TUBIANA (M.) m. conf.
Pneumo phtisiologie	KREIS (B.) MEYER (A.) RENAULT (P.)

	MM.
Psychiatrie	PICHOT (P.)
Psychiatrie infantile	DENIKER (P.) DUCHE (D.) FLAVIGNY (H.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.) pr. s. ch.
Stomatologie	CERNEA (P.) CHAPUT (Mme A.) m. c. agr. GRELLET (M.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.) MARCHE (J.)
Urologie	AUVERT (J.) MOULONGUET (A.) QUENU (L.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

	MM.
Anatomie	DEBEYRE (J.)
Clinique chirurgicale	VERNE (J.-M.)
Clinique médicale	PERRAULT (M.) RAMBERT (P.) THIEFFRY (S.)
Clinique obstétricale	GRASSET (J.) MAYER (M.)

	MM.
Clinique ophtalmologique	DESVIGNES (P.) OFFRET (G.)
Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R.)
Clinique psychiatrique	BARUK (H.)
Clinique urologique	KUSS (R.)

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie . . . . . HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.

Pathologie chirurgicale . . . . . RUDLER (J.) Pr. s. ch.

V. - CHARGÉS DE COURS D'HYGIÈNE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE

BOLTANSKI (E.)
LAUNAY (C.)

Secrétaire général de la Faculté . . . . . M. LENA (J.)

Secrétaire principal . . . . . Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur en Chef de la Bibliothèque . Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine . . . . . M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateurs . . . . . Mlles DUMAITRE (P.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Bibliothécaire . . . . . Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlle LAURENT (H.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A ma femme et à mes enfants bien aimés,

pendant ces longues années d'étude, votre présence à mes côtés a été pour moi un soulagement moral réparateur .

Veuillez trouver ici l'expression de mon amour le plus tendre .

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153510_0025

A ma mère,

en reconnaissance de tous les sacrifices qu'elle a consentis pour moi . Je lui renouvelle l'expression de mon amour filial .

A la mémoire de mon père,

A la mémoire de mon oncle, Joseph EKWE BILE,

A mes soeurs,

A toute ma famille,

A ma belle-famille,

avec toute mon affection .

A tous les camarades de l'Ecole de Médecine de Dakar et de la Faculte de Médecine de Paris .

Au CAMEROUN, mon pays,

que ce travail soit le gage de mon attachement indéfectible à la cause nationale .

A notre Maître, Monsieur le Professeur L. BRUMPT

Professeur de Parasitologie à la Faculté de Médecine de Paris

Nous nous exprimons ici toute notre gratitude et notre reconnaissance pour le grand honneur que vous nous avez fait en acceptant la présidence de notre thèse .

A Monsieur A. CHAMPAGNAT

Ingénieur de l'Ecole Supérieure de Chimie de Strasbourg

Ingénieur en chef des Recherches à la Société Française des Pétroles B.P.

et ses COLLABORATEURS

Vous nous avez permis, en mettant à notre disposition la documentation nécessaire sur les protéines issues du pétrole, de réaliser ce modeste travail .

Qu'il nous soit permis ici de vous adresser nos sincères remerciements .

A Monsieur le Docteur H. GOUDAL

Médecin des Hôpitaux

Médecin-Chef de l'Hôpital Intercommunal d'Aulnay-sous-Bois (S.O.)

Nous vous restons très reconnaissant de l'enseignement que vous nous avez prodigué dans votre service au cours de notre stage interné .

A notre Maître, Monsieur le Professeur H. GOUNELLE

Membre de l'Académie Nationale de Médecine,
Chevalier de la Légion d'Honneur

Vos conseils éclairés et vos travaux en matière de nutrition ont largement contribué à la réalisation de notre travail .

Recevez ici nos sincères remerciements et nos sentiments de respectueuse gratitude .

A Messieurs les Professeurs,

Membres de notre Jury de Thèse,

Hommage très respectueux à votre
dévouement à la cause des Sciences Médicales .

PLAN GENERAL

Pages

INTRODUCTION GENERALE 1

Chapitre I - QUELQUES NOTIONS HISTORIQUES SUR LE KWASHIORKOR..... 3

Chapitre 2 - RAPPEL DES PRINCIPALES MANIFESTATIONS CLINIQUES ET BIOLOGIQUES 5

A - Manifestations cliniques

1 - Le retard de croissance
2 - Les troubles neurologiques
3 - Les anomalies pigmentaires de la peau et du cheveu
4 - L'oedème
5 - Les altérations hépatiques
6 - Les signes secondaires

B - Syndrome biologique

Chapitre 3 - MOYENS THERAPEUTIQUES ET PREVENTIFS DU KWASHIORKOR 11

A - Généralités

B - Les grandes sources de protéines

Chapitre 4 - SOURCES DE PROTEINES ACTUELLEMENT EXPLOITEES .. 24

1 - La farine de poisson
2 - Autolysat de poisson
3 - Aliments nouveaux composés préparés d'avance

Chapitre 5 - LES PROTEINES D'ORIGINE PETROLIERE 28

1 - Généralités
2 - Déparaffinage microbiologique
3 - Concentré protéines-vitamines
4 - Valeur biologique de protéines d'aliments complétés par le produit BP
5 - Essais biologiques du concentré BP
6 - Considérations économiques

CONCLUSIONS 39

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION GENERALE

Sous le terme de Kwashiorkor on désigne un état de dénutrition maligne d'ordre diététique et d'importance mondiale, qui frappe plus particulièrement les enfants des régions tropicales et subtropicales pendant et après le sevrage. En effet dans ces régions dites sous-alimentées, les problèmes de nutrition ont une acuité particulière. Les enfants, du sein de leur mère, sont soumis sans transition aucune à une alimentation essentiellement hydro-carbonée, composée de tubercules (manioc, patates douces, ignames, etc ....). Le poisson et la viande leur sont interdits sous prétexte que ces denrées occasionnent l'apparition des vers intestinaux.

Le Kwashiokor se définit donc comme un syndrome résultant d'une polycarence alimentaire en général et protéique en particulier. Parmi les facteurs qui contribuent à l'éclosion de la maladie, nous retenons essentiellement :

- Un sevrage brutal : L'enfant quitte le sein brutalement et se trouve ainsi séparé de sa seule source de protéines. La viande ou le poisson sont inexistants dans son alimentation.

- Un allaitement défectueux : A l'absence de la mère qui est malade ou décédée, l'allaitement du nourrisson est confié à une tante ou une grand' mère qui depuis des années n'a pas eu d'enfants. C.D. WILLIAMS cite un cas où la grand'mère n'avait pas d'enfants depuis 19 ans.

- Un sevrage tardif : Dans les pays où l'allaitement de l'enfant se poursuit jusqu'à quatre ans environ, le kwashiorkor est le plus souvent observé.

- Le complexe mère-enfant : Ce facteur psychologique sur lequel insiste BEZON, permet d'expliquer le fait qu'un enfant séparé de sa mère est plus disposé à être victime du kwashiorkor.

- Le déficit calorique global : Si le déficit protéique est important, il faut compter avec une insuffisance calorique globale du régime alimentaire. D'autres causes que nous qualifierons de favorisantes doivent être également évoquées. Il s'agit :

- des facteurs infectieux +

La rougeole est très souvent rencontrée dans les antécédents immédiats.

La coqueluche a une incidence moins importante.

- des facteurs parasitaires :

La verminose intestinale aggrave les déperditions protéiques et hydriques par les troubles digestifs qu'elle provoque.

Le paludisme et la bilharziose semblent jouer un rôle négligeable.

Cette maladie est encore grevée d'une lourde mortalité qui, en certains endroits, atteint les proportions de 80 à 90 %.

Tous les auteurs étant unanimes qu'il s'agit d'une carence azotée entraînant un manque d'acides aminés essentiels dans l'alimentation mal équilibrée de l'enfant, on déduit facilement que l'administration de protéines d'une valeur biologique suffisante, reste la base du traitement et surtout de la prévention du kwashiorkor.

Nous allons donc dans notre travail, après un rappel historique et des principales manifestations cliniques et biologiques, essayer d'étudier les sources de protéines dans lesquelles nous distinguerons les sources connues et exploitées actuellement et dans un 2ème temps, les perspectives d'avenir.

oOo

- CHAPITRE I -

QUELQUES NOTIONS HISTORIQUES SUR LE KWASHIORKOR

La littérature consacrée au kwashiorkor est très abondante et variée et nous ne pouvons pas l'évoquer d'une façon détaillée dans notre modeste travail. Nous nous bornerons à rappeler les principaux auteurs dont les travaux ont permis d'approfondir les connaissances sur cette maladie.

1906 - CZERNI rapporte les premières mentions de la littérature mondiale et parle du syndrome en Europe sous le nom de : MEHLNAHRSCHADEN.

1908 - CORREA, au Méxique, décrit le kwashiorkor sous le nom de : "CULEBRILLA".

1913 - GUILLON, en Indochine, décrit la bouffissure d'Annam dont l'étude a été reprise de façon précise plus tard par NORMET en 1926.

1918 - Mac CONNEL, en Ouganda, fait une description qui paraît bien proche du kwashiorkor et l'appelle maladie oedémateuse essentiellement composée d'oedèmes, dépigmentation cutanée, anémie, diarrhée. La même année JAMOT décrit en Afrique Equatoriale française un syndrome analogue qu'il appela "DACAGA".

1932 - LIEURADE parle des enfants rouges du Cameroun et assemble les principaux signes syndromes.

1933 - C. WILLIAMS en Côte de l'Or à Accra fait également une description devenue classique dans les pays anglo-saxons.

1945 - GILLMAN et TROWELL publient des travaux sur le kwashiorkor dans les colonies d'Afrique de langue anglaise.

1942 - Au Congo Belge, PIERAERTS au Kasai et les médecins du Foréami au KWANGO furent les premiers à étudier l'affectation dans ces territoires.

1948 - BERGERET à l'hôpital africain de Dakar, observe plusieurs cas de kwashiorkor et dans ses publications, insiste sur la fréquence et la gravité des manifestations diarrhéïques au cours de la maladie.

1952 - BROCK et AUTRET chargés dans le continent africain d'une enquête sous l'égide de l'O.M.S., apportent des précisions sur les manifestations cliniques du kwashiorkor.

1959 - GOUNELLE dans un rapport au trente huitième congrès national d'Hygiène et en 1960, à Nouméa, à l'occasion de la onzième session du conseil de recherches de la Commission du Pacifique Sud, définit les principales sources de protéines capables de suppléer à la dénutrition azotée dans le monde.

Dans cette thèse, nous ferons très largement appel à ces derniers travaux qui établissent le bilan des possibilités actuelles.

oOo

- CHAPITRE II -

RAPPEL DES PRINCIPALES MANIFESTATIONS CLINIQUES ET BIOLOGIQUES

A - MANIFESTATIONS CLINIQUES

Certains caractères essentiels individualisent le kwashiorkor ce sont :

- le retard de croissance de l'enfant,
- les troubles neurologiques,
- la dyspigmentation de la peau et du cheveu,
- l'oedème,
- la stéatose hépatique avec nécrose cellulaire et fibrose.

1 - Le retard de croissance

Il est staturo-pondéral. Comparativement aux enfants européens du même âge, il apparaît à partir du 9ème mois pour atteindre son maximum vers 2 à 4 ans. GOUNELLE rapporte le cas des enfants qui à 2 ans pèsent 4 Kg. Pour JONES et DEAN, ce retard de croissance est lié à une calcification insuffisante des os surtout au niveau des genoux.

2 - Les troubles neurologiques

a - Apathie psychique

Elle a été décrite par CLARK chez les Kikuyu à Fort Hall (Rhodésie). Pour cet auteur elle est beaucoup plus constante, plus caractéristique et il dit :

"Un enfant atteint de kwashiorkor est maussade, apathique, misérable. Il crie ou pleure rarement, un pauvre geignement faible est le seul signe vocal de sa détresse. Il résiste rarement à l'examen le plus poussé". "Les enfants atteints de kwashiorkor sont si amorphes et si apathiques que là où on les assoit, ils resteront jusqu'à ce qu'on les fasse se relever".

"Ils n'ont aucune curiosité".

Si l'on peut faire sourire un enfant atteint de kwashiorkor, on peut être sûr qu'il est sur le chemin de la guérison.

b - Irritabilité

Elle fait souvent suite à cette apathie décrite plus haut et signe un succès thérapeutique. CLARK dit "le passage de cette apathie mentale à une humeur espiègle et vive qui caractérise les cas de kwashiorkor traités avec succès, est très frappant".

c - Modifications de l'électroencéphalogramme

Elles ont été observées par NELSON et DEAN. Ces perturbations disparaissent avec la guérison.

d - Troubles neuro-musculaires

Ils sont représentés par l'atrophie musculaire et une aréflexie tendineuse.

e - Troubles végétatifs

Ils sont traduits par des extrémités froides, des bouffées faciales et plantaires, des ulcères perforants.

Ces complications neurologiques semblent signer un mauvais pronostic.

3 - Les anomalies pigmentaires de la peau et du cheveu

a - Au niveau de la peau

Elles se traduisent par une hypo-pigmentation qui fait suite à une dermatose que les Anglais appellent "CRAZY PAVEMENT DERMATOSIS" et qui siége à la face, aux fesses, à la base du cou, aux régions génitales, aux régions exposées au frottement. Cette dermatose à sa phase terminale, est

précédée d'une éruption de bulles pemphygoïdes. Nous rappelons qu'il est parfois très difficile de distinguer cette dyspigmentation nutritionnelle de l'hypo-pigmentation génétique fréquente en Afrique.

b - Au niveau du cheveu

La dépigmentation est fréquente. Le cheveu qui dans sa couleur normale est noir, a un aspect rougeâtre. Des fois il peut devenir grisâtre et même blanchâtre, c'est l'achromotrichie.

Les anomalies de texture de cheveu sont aussi très frappantes. De crépu et ferme avec aspect bouclé le cheveu devient soyeux, fin, cassant et rare.

4 - L'oedème

Il est assez constant au cours de la maladie. Au début ce sont les parties déclives du corps qui sont infiltrées particulièrement les jambes et les pieds. La participation de la face se traduit par la bouffissure des paupières et un faciès semi lunaire. A un stade plus avancé, le syndrome oedémateux prend l'allure d'une anasargue avec épanchement pleural ou péritonéal et même péricardique. Dans les formes marastiques de la maladie, l'oedème manque souvent.

5 - Les altérations hépatiques

Cliniquement, les manifestations hépatiques restent silencieuses, mais leur importance est capitale pour l'avenir du malade en cas de survie. BERGERET souligne une hépatomégalie constante. Cependant les lésions essentielles sont décelées à l'analyse histologique. Celle-ci met en relief une importante infiltration graisseuse des cellules hépatiques, rendant la structure normale de la glande parfaitement méconnaissable. C'est l'avis de J. GILLMAN et T. GILLMAN, TROWELL et DAVIES entre autres. WATERLOW a même intitulé la maladie : "fatty liver disease". D'autres auteurs insistent surtout sur la fibrose du mésenchyme hépatique, et ont considéré ces altérations hépatiques comme le point de départ de la cirrhose nutritionnelle commune si fréquente chez les Africains adultes de même que du cancer primitif du foie.

6 - Signes secondaires

A côté des symptômes fondamentaux sus cités, il convient de signaler d'autres signes souvent rencontrés au cours des états de dénutrition.

a - Troubles digestifs

Ils sont dominés par la diarrhée sur laquelle BERGERET à Dakar a beaucoup insisté. Elle provient des troubles de l'absorption intestinale et peut être également liée à un parasitisme très souvent associé.

b - Anémie

Elle est peu importante de type normocytaire. Elle peut devenir sévère et hypochrome en cas d'ankylostomose concomitante.

c - Certaines dermatoses

- Dermatose pellagroïde qui a permis à certains auteurs de baptiser le kwashiorkor de pellagre infantile.

- Peau d'éléphant : elle est faite de fissures au niveau des téguments avec par endroits, un aspect chagriné.

- Peau craquelée : peau sèche avec aspect quadrillé et desquamation.

B - SYNDROME BIOLOGIQUE

1 - Protéines

Elles sont toujours abaissées par diminution des albumines et des béta-globulines avec élévation des alpha 1 et surtout des alpha 2 globulines. Les taux souvent abaissés avoisinent 4 - 4,5 % de protéines totales. RAMANATHAN, sur 38 cas observés a trouvé une moyenne de 4,99 % de protéines totales dont 2,35 % de sérum albumine.

2 - Désordres électrolytiques sanguins

Ils proviennent des perturbations engendrées par les diarrhées au cours de la maladie. Voici les chiffres observés par SENECAL :

- pour le Cl : 87 mEq/1000 au lieu de 104 mEq donc hypochlorémie.

- pour le Na : 119 mEq/1000 au lieu de 145 donc hyponatrémie.
- pour le K : 2,6 mEq/1000 au lieu de 4,8 donc hypokaliémie.

3 - Cholestérol

Le taux du cholestérol total se situe entre 80 et 120 mg % et est donc inférieur à la normale. Le rapport cholestérol libre et cholestérol total est fortement augmenté (0,75 au lieu de 0,2 - 0,3).

4 - Urée

Son taux est abaissé dans le sang en rapport avec un apport faible protéique de l'alimentation. Cependant l'azote urinaire indéterminé est trouvé augmenté. La moyenne d'excrétion avant traitement est de 182 mg en 24 heures, un cas atteignait même 383 mg.

5 - Activités enzymatiques pancréatiques

THOMPSON et TROWELL ont montré une diminution considérable concernant l'amylase, la trypsine et la lipase. Les mêmes résultats ont été observés par E. CHARLES à Léopolville. D'après les travaux de VEGHELYI, les modifications du suc pancréatique apparaissent avant tout autre signe.

6 - Au point de vue vitaminique

Les résultats ci-dessous concernant le taux de la vitamine A dans le plasma et dans le foie avant et après le traitement :

		Avant trait	Après 19 jours de lait écrémé
Vit. A plasma	Y %	6	30
Vit. A sang	Y %	2500	944 (taux normal)

Ainsi il apparaît que la vitamine A s'accumule dans le foie en raison de la difficulté du transport. Il en est de même des lipides.

7 - La courbe d'hyperglycémie provoquée

A été trouvée de type diabétique avec élévation de la glycémie jusqu'à 3,50 %.

Tels sont des faits saillants parmi ceux à retenir et qui caractérisent le kwashiorkor.

oOo

- CHAPITRE III -

MOYENS THERAPEUTIQUES ET PREVENTIFS DU KWASHIORKOR

A - GENERALITES

Cette dernière partie constitue l'essentiel de notre travail. Tous les auteurs qui se sont penchés sur le problème du kwashiorkor sont unanimes au point de vue traitement qui se résume en une attribution au malade d'une ration alimentaire équilibrée particulièrement riche en protéines de haute valeur biologique, c'est à dire contenant en qualité et en quantité convenable les huit amino-acides indispensables. La ration protéique est appelée à couvrir non seulement les besoins de l'enfant à l'âge donné mais assure aussi la reconstitution du capital azoté endogène appauvri du fait de la sous alimentation chronique. Il faudra apporter progressivement jusqu'à 8, 10,12 g. de protéines par kg et par jour au petit malade.

A cette protéinothérapie de base il est indispensable d'adjoindre un cocktail vitaminique équilibré groupant la vitamine A et tous les composants du complexe B et notamment la vitamine B12, qui peut être l'objet d'un apport séparé à la dose de 30-50 γ par jour.

- Une correction électrolytique doit être assurée suivant les résultats de l'ionogramme.

- L'association des antibiotiques est particulièrement souhaitable chez ces jeunes malades qui sont les proies faciles des infections intercurrentes qui peuvent leur être fatales.

- Il est bien entendu évident, qu'une cure systématique antiparasitaire doit être envisagée pour débarrasser l'organisme de tous les hôtes

intempestifs en particulier la vernimose intestinale (ascaris - ankylostome etc ....)

B - LES GRANDES SOURCES DE PROTEINES

Maintenant que nous savons qu'il faut combattre le kwashiorkor par une protéinothérapie intensive et équilibrée, le problème revient à trouver des sources de protéines en tenant compte de certaines exigences économiques, sociales, traditionnelles, car ne l'oublions pas, il s'agit d'une affection qui sévit dans des pays sous développés aux possibilités économiques réduites. D'autre part, il faut que l'aliment protéique remplisse certaines conditions :

- aliment facilement acceptable par le consommateur;
- digestibilité bonne,
- production réalisable sur une large échelle et peu onéreuse,
- conservation facile pendant un temps prolongé.

Actuellement les grandes sources de protéines que l'on peut exploiter sont :

1 - Les protéines animales

Il s'agit essentiellement du lait entier ou écrémé, des produits laitiers, de la viande.

2 - Les protéines végétales

a - Les tourteaux oléagineux

Les tourteaux sont obtenus après extraction des lipides des graines oléagineuses. Leur valeur protéique est incontestable ainsi que l'a prouvé leur utilisation dans l'alimentation du bétail. Il serait intéressant d'étudier la possibilité de leur consommation chez l'homme.

- Tourteaux de soja : Le soja a une valeur protéique très importante. Les protides représentent 30-42°/₀ de la graine sèche et sont constituées presqu'en totalité de glycinine d'une richesse exceptionnelle en acides aminés indispensables. GOUNELLE, MARCHE et BACHET ont constaté l'effet

remarquable de la farine déshuilée de soja dans l'oedème de dénutrition.

- Tourteaux d'arachide : composition donnée par JACQUOT de la farine d'arachide deshuilée :

Pour 100 g. : protéines 50 - 55 g.
lipides 2 - 6 g.
calcium 0,06 - 0,I3 g.
Fer 0,03 - 0,0I g
vitamine B1 : 0,75 mg
B2 : 0,35 mg
Niacine : 15 - 25 mg.

Les études sur les animaux ont établi que la valeur biologique de la farine d'arachide tout en étant réelle, est limitée par une insuffisance en méthionine. Sa digestibilité est parfaite. Elle constitue un supplément remarquable aux protéines des céréales (blé, riz, tapioca, patates douces).

- Tourteaux de coton : il représente 64°/₀ de la graine décortiquée et contient 30°/₀ de protéines. Sa haute valeur protidique a fait ses preuves chez les animaux et la volaille.

Composition : farine complète non deshuilée
protéines : 32,5°/₀
huile : 31,8°/₀
hydrates de carbone : 25,8 °/₀
fibres : 5,2°/₀
cendre : 4,7°/₀
phosphore : 1°/₀
calcium : 0,38°/₀
fer : 16 mg
vitamine E : quantité notable
vitamines hydrosolubles dans tourteau
BI : 1400 γ °/₀ g.

Toxicité : Elle est due aux pigments en particulier le gossypol qui entraîne une hypoprothrombinémie et des épanchements chez le lapin. Chez l'homme RATHER et FRAPS au Texas en 1913 sont satisfaits des résultats obtenus par les tourteaux de coton. Ils ne signalent aucune intoxication.

- Tourteaux de sésame : L'emploi du sésame date de la plus haute antiquité surtout en Afrique et en Asie d'après les références bibliographiques de BLOCK et BATEMAN. En Amérique Latine on utilise beaucoup de préparations à base de sésame : assaisonnements, boissons qui faciliteraient la lactation. Dans le Sud Asiatique il entre dans la préparation des confiseries.

Composition : Protéines 33,2°/₀
lipides 12,2°/₀
hydrates de carbone 28,6°/₀
calcium 2,3°/₀
phosphore 0,6°/₀
fer 19,3 mg
vitamine B1 0,2 mg
vitamine PP 5,3 mg

La teneur en acides aminés valables dans l'ensemble est satisfaisante, mais le principe déficitaire est la lysine.

L'inconvénient de l'utilisation massive et prolongée du sésame réside en sa haute teneur en calcium liée à la présence d'oxalate. Il faut remédier à cela par la décortication très large des graines dont les enveloppes superficielles contiennent jusqu'à 3°/₀ d'oxalate. Les WINTON depuis 1932 insistent là-dessus. L'avance sérieuse à retenir est la richesse en fer : 19 mg.

Les travaux de l'utilisation chez l'homme ont montré que 28 g d'un tourteau de sésame à 45°/₀ de protéines couvriraient 18°/₀ des besoins protéiques d'un travailleur, 65°/₀ de ces besoins en calcium et 21°/₀ de ces besoins en niacine. La pauvreté en lysine peut être corrigée par l'adjonction de tourteaux de soja.

KUPPUSWAMI et LAL ont établi que l'association du sésame avec l'arachide et le soja est très bénéfique.

- Autres tourteaux :

. Le tourteau de tournesol : Les Pédiatres français : RIBADEAU-DUMAS, MATHIEU et VILLEMIN-GLOG ce dernier a consacré sa thèse, l'ont utilisé avec succès chez 130 enfants qui présentaient une intolérance

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

au lait de vache, des troubles digestifs et de l'eczéma. ROMBAUTS insiste sur l'importance de ce tourteau dont le facteur limitant protéique est la lysine ce qui le distingue nettement du tourteau de soja et de l'arachide dont l'élément déficient est la méthionine.

. Noix de coco : Son intérêt a été retenu par les travaux de la Commission du Pacifique Sud. Les protides du tourteau de coprah sont de 18-20°/₀. VAN VEEN en Indonésie cite une préparation comportant une fermentation préalable avec bonne valeur nutritive et une parfaite digestibilité.

. Tourteau de lin : 30 - 35°/₀ de protides.

. Tourteau de colza : 32 - 36°/₀ de protides mais contenant certains glucosides toxiques.

D'autres tourteaux méritent une étude plus poussée. Citons : ceux d'oeillette, de navet, de cacao, de karité, de cameline, de niger, etc ...

En résumé, les amino-acides contenus dans les tourteaux sont variables suivant l'espèce. FERNANDO, JAQUOT et MERAT ont établi le bilan de la valeur biologique de chaque tourteau et le °/₀ de déficit du facteur limitant. En comparant avec les protides totaux de l'oeuf, on constate que l'efficacité protidique des tourteaux est légèrement moins bonne que celle des protéines d'origine animale mais meilleure que celles des céréales.

Ces principes établis par les résultats de l'expérimentation animale doivent être contrôlés chez l'homme.

b - Les protéines de feuilles

Ce sont surtout les Anglais qui se sont intéressés à cette source protéique sur le plan animal. Les valeurs nutritives ne sont pas négligeables. L'ivraie et le trèfle blanc, donnent respectivement des valeurs de 51 et 32 comparativement à la valeur protéique type de l'oeuf qui est de 100. Le facteur limitant serait la lysine. Un mélange de différentes plantes pourra fournir des protéines d'une meilleure variété d'amino-acides.

Une note spéciale pour les légumineuses qui constituent une remarquable source de protéines dont l'extension de la culture serait à encourager. Malheureusement, dans les pays sous alimentés et sous développés, l'économie locale leur préfère des cultures industrielles.

3 - Les protéines des produits de la mer et d'eau douce

Actuellement, les poissons et les coquillages ne constituent que 2°/₀ de la nourriture de l'homme ceci indique les possibilités énormes que renferment les mers pour l'alimentation nutritive des populations.

Dans les mers, l'élément essentiel à considérer est le plankton comme nous le verrons plus loin. En eau douce, les travaux des hydrobiologistes ont permis de déterminer que certains genres de poisson économiquement importants comme le tilapia, peuvent servir à empoissonner des eaux douces. Dans certains pays, le succès de cette entreprise a été totale. Le Congo Belge avec ses 110.000 étangs produit 25.000 tonnes de poissons par an. A Madagascar on dénombre six mille étangs, quatre mille au Cameroun et dix mille en République Centre Africaine.

a - Le PLANKTON

C'est un agrégat intriqué de végétaux et d'animaux de taille minuscule qui vivent à la surface et dans la profondeur des mers. Les premiers sont les phyto-planktons et les seconds les zooplanktons.

Le phyto-plankton capte l'énergie solaire et comporte de très nombreuses espèces cocolithophorales - silicophagellates - diatomées etc ... et sert de nourriture au zooplankton.

Le zooplankton est formé de petits invertébrés de tailles et d'espèces différents. Seuls les zooplanktons seront étudiés, les phytoplanktons étant difficiles à pêcher.

Composition chimique des zooplanktons :

Analyse faite par GEIGER en °/₀ de poids sec :

. protéines 52 - 59°/₀
. lipides 7°/₀
. glucides 13 - 17°/₀
. cendres 19 - 32 °/₀

Dans ses travaux, VINOGRADOV estime une teneur importante en magnésium silice, iode, fer, et arsenic. Le calcium et le soufre sont de faibles proportions par contre le chlore et le sodium représentent 14,9 et 21,1°/₀ de poids sec.

Au point de vue vitamines, DRUMMOND trouve :

. vitamine A faible quantité mais beaucoup de caroténoïdes et des provitamines A.
. vitamine PP et C très faibles.
. vitamine B12 importante.

Accidents toxiques : Du fait de certains flagellés, les planktons dans certaines conditions de saison deviennent un aliment très toxique. C'est le cas du gonyaulax catenella des eaux californiennes qui est une hécatombe pour les poissons. Absorbé en grande quantité, il peut être mortel pour l'homme. Egalement en souillant les coquillages, les moules, les crabes qui s'impreignent de sa toxine, il est susceptible d'engendrer des accidents du type botulique.

Les manifestations urticariennes engendrées par les coelentérés sont bien connues.

L'utilisation des zooplanktons comme source de protéines chez l'homme, commande certaines recherches fondamentales, en particulier la détermination de la valeur biologique des protéines plankniques et l'élimination d'excès minéraux. Il restera à préciser si économiquement, la récolte des planktons est rentable.

b - Les ALGUES

- Les Algues vertes ou chlorélla.

Elles poussent facilement en quantité énorme. Sur une surface identique, où on peut faire pousser 0,75 tonne de soja on obtient 45 tonnes de chlorélla séchés sur la même surface.

Composition chimique :

De POUCQUES et MASSON à Dakar donnent les chiffres suivants en °/₀ de matières sèches :

. protides 13,55°/₀
. lipides 0,40
. glucides 80
. calcium 120 mg

. phosphore 74 mg
. rapport calcium/phos. 1,6
. fer teneur notable.

FUNK et HERALD, comparent la valeur des protéines d'algues vertes à celles du lait. Chez les rats sevrés nourris pendant 120 jours d'une préparation d'algues vertes de céréales et levure, la croissance a été normale voire même supérieure à celle obtenue par le lait.

Utilisation chez l'homme : Américains et Japonais, ont incorporé la chlorélla verte en poudre dans le pain, les nouilles, les glaces. Ces aliments sont acceptés volontiers et sont considérés comme agréables. Ces auteurs ont particulièrement souligné la richesse en vitamine A.

- Les algues rouges : elles sont peu étudiées. Leur teneur protéique est appréciable 19-30°/₀, avec une valeur biologique intéressante. Elles sont utilisées comme légumes en Irlande, en Ecosse et au Pays de Galles.

- Les algues brunes : Elles sont les plus étudiées.

Composition chimique :

. Protéines :
= lamina clousti : 12-15°/₀ de la matière sèche, forte teneur en amino-acides,
= cladophora rupestis 30°/₀
. Glucides : 36°/₀ du poids sec
. Lipides : comportent une série d'acides gras identifiés par l'école japonaise parmi lesquels : caprine, caproïde, linolénique, oléique, palmitique stéarique. La teneur en lipides varie selon les espèces de 1 à 9°/₀.

La caractéristique spéciale de l'algue brune est sa haute teneur en cendres variant de 10 à 50°/₀ du poids sec. Tous les éléments et les oligo-éléments y sont contenus en particulier le fer et l'iode.

. vitamines : sont représentées par :
= la vitamine A sous forme de béta carotène,
= le cyanocobalamine dont la teneur chez certains est comparable à celle du foie,

= la vitamine C : elle est retrouvée à raison de 5 à 140 mg de poids sec.

Utilisation alimentaire :

Chez l'animal, emploi large en France dans les rations de la vache laitière, de la poule pondeuse et du porc.

Chez l'homme, l'emploi de l'algue dans l'alimentation humaine date des temps très reculés s'il faut en croire à un poème chinois du temps de Confucius (800 ou 600 avant J.C.). Au Japon, la consommation atteint 25°/₀ de la ration quotidienne par incorporation à la farine et servi avec le potage et le riz. Cependant les données scientifiques demeurent encore assez rares chez l'homme.

L'apport vitaminique et minéral est résumé dans les tableaux ci-dessous, indiqué dans le rapport de Monsieur GOUNELLE.

Tableau I : Vitamines fournies par livre d'aliment renfermant 10°/₀ de farine d'algues.

	Farine d'ascophyllum	Farine de laminaria	Besoins des porcs 3 à 6 mois
Vitamine A	3.000 U.I.	1.500 U.I.	600 U.I.
Vitamine D_3	46 U.I.		50 U.I.
Vitamine BI	0,15 mg	0,19 mg	0,5-0,8 mg
Vitamine B2	0,34 mg	0,11 mg	0,8 mg
Ac. nicotinique	0,58 mg	0,88 mg	2,2 à 5 mg
Ac. pantothénique ..	0,01 mg	0,013 mg	4,5 mg
Vitamine B12	0,003 mg	0,004 mg	0,009 mg

Tableau II : Minéraux fournis par l'apport de farines d'algues à la dose de 10% dans la réaction des vaches laitières à raison de 4,6 kg/jour.

	Laminaria frondes	Ascophyllum	Besoins quotidiens vache de 500 kg.
Calcium	4,84 g	10,05 g	10 g
Phosphore	1,30 g	0,42 g	10 g
Chlorure de sodium	34,1 g	34,3 g	28 g
Magnésium	2,7 g	3,81 g	10 g
Iode	2,32 g	0,23 g	0,20 g

c - Les MICRO-ORGANISMES

Nous verrons successivement :

. les levures,
. les champignons,
. les moisissures,
. les bactéries.

- Les levures : On connaît depuis longtemps la richesse exceptionnelle en vitamines du groupe B dans les levures. Par la suite on a découvert la valeur de ses protéines de constitution. L'utilisation des levures dans l'alimentation de l'homme a été détaillée dans le mémoire de GOUNELLE et COFMAN (Annales de nutrition et alimentation 1956 n° X p 253).

Seule la levure aliment par conséquent morte et dont la dessication a fait éclater la paroi des cellules, nous intéresse ici en comparaison avec la levure médicament vivante.

Composition : Les analyses montrent une richesse en facteurs énergétiques, anaboliques, en sels minéraux et en vitamines.

Voici quelques données empruntées au tableau de MAGNUS PYKE :

pour 100 g de levures sèches, torula utilis contient

. Protides : 43 g
. Lipides : 2,4 g
. Glucides : 3 g
. Calcium : 127 mg
. Fer : 2 mg
. Vitamine BI : 2 mg
. Vitamine B2 : 5 mg
. Niacine : 40-45 mg

Pas de vitamine A ni de vitamine C.

. Acide pantothénique : 20 mg
. Vitamine B6 : 4-8 mg
. Acide folique : 2-4 mg

Utilisation chez l'homme : La valeur vitaminique de la levure a été largement démontrée dans le travail précité de GOUNELLE et COFMAN. La notion de la valeur protéique est encore en période d'expérimentation mais l'on sait déjà que le point faible des levures est celui des acides aminés souffrés.

Des essais chez l'homme ont abouti à des résultats encourageants. L'assimilation est bonne d'après les travaux de BRULL et DUMONT de Liège. CROSNIER, GIRARD et Mademoiselle KERNY établissent une comparaison entre la viande, le soja et la levure de mélasse, sur 4 sujets durant 4 semaines ; les bons résultats sont trouvés dans l'ordre : soja, levure et viande.

L'incorporation au régime de base dans les pays sous développés et sous alimentés, est recommandée depuis 1938 par la Société des Nations. AYKROD et KRISHMAN observent une amélioration de croissance avec un complément de levure dans un régime à base de riz, des résultats notables sont obtenus par KRAUT et LEHRMAN avec 20 g. Chez les détenus recevant 1750 calories par jour, CROSNIER observe une augmentation pondérale avec l'administration de 75 à 100 g de levure par jour.

Pour illustrer l'utilisation de la levure aliment chez l'homme nous rappelons ici une série de travaux de la Commission de la levure, aliment du C.N.E.R.N.A.

"Une première étude conduite par RICHARD démontre que l'acceptabilité de 5-10 g. de levures par jour introduites dans les potages était parfaite. La recommandation de l'usage de biscuits levures sucrés est conseillée par la direction de l'Hygiène scolaire".

"Trois autres études françaises se trouvent actuellement terminées. La première conduite par GOUNELLE et son élève POINTEAU a consisté à administrer durant 10 semaines chez 116 adolescents français de 14 à 18 ans vivants en collectivité 10 g de levures par jour en complément d'une alimentation normale. Le lot avec levure réagissait très favorablement avec un gain moyen de poids de 1590 g alors que le lot témoin prenait par sujet 0,990 kg". D'autres études de GOUNELLE sont moins intéressantes et ne montrent aucun effet bénéfique de la levure. Cette constatation négative inciterait à penser que l'effet bienfaisant de la levure dépend également de la ration complémentée.

Les auteurs Sud Africains ont une bonne impression de la levure associée au lait écrémé dans le traitement du kwashiorkor. Ils considèrent que la levure est la supplémentation majeure des protéines céréalières notamment celles du maïs. Les connaissances sur la valeur nutritionnelle des levures sont déjà notables. Il faudrait cependant les approfondir. L'Institut National de Nutrition de Prétoria, insiste sur la déficience en méthionine comme facteur limitant de l'action de la levure.

- Les CHAMPIGNONS : La teneur en protéines des champignons secs peut aller à 40°/₀, alors qu'elle est de 3°/₀ à l'état frais. Le facteur limitant serait le tryptophane. Les travaux de HUMFELD ayant montré la possibilité de production facile de agaricus campestris dans les déchets de fruits, plusieurs espèces ont été cultivées dès lors dont certaines comportent 32,5°/₀ de protéines. Leur utilisation comme source protéique demande cependant une étude poussée.

- Les MOISISSURES : Leur utilisation dans l'alimentation de l'homme est à ses débuts. Les expériences ont été faites en Allemagne pendant la 2ème guerre mondiale. La richesse en cystine, méthionine et glutathion a retenu l'attention des auteurs.

- Les BACTERIES : Il s'agit d'une culture de germes tués dont la composition chimique varie suivant l'espèce, la souche et le milieu de culture. Ainsi le colibacille contient trois fois plus de tryptophane que le staphylocoque doré. La teneur protéique des bactéries est supérieure à celle des levures et des moisissures. Pour 100 grammes de poids sec :

- protéines 40-80°/₀
- lipides 1-30°/₀
- hydrates de carbone 10-30°/₀
- cendres 1-14°/₀

L'activité des protéines colibacillaires apparaît supérieure à celle des protéines animales du lait du foie et à celle de la levure. Des études permettront un jour de tenter les essais chez l'homme.

oOo

- CHAPITRE IV -

SOURCES DE PROTEINES ACTUELLEMENT EXPLOITEES

L'étude détaillée des principales sources de protéines telle que nous venons de le voir, indique les possibilités nombreuses d'améliorer les rations protidiques grâce à des produits d'origine animale et végétale. Les sources de protéines actuellement retenues et recommandées par le groupe mixte d'experts F.A.O/O.M.S. sont les suivantes :

- farines de poissons,
- farines de soja,
- Tourteaux délipidés : d'arachide,
  de sésame,
  de graines de coton,
  de noix de coco.

1 - LA FARINE DE POISSON

Elle est obtenue par le poisson séché et les débris de poissons. De nombreux travaux ont été faits par les grandes instances internationales de l'alimentation sur cette question. La farine de poisson varie avec l'espèce pêchée et les saisons. Voici les conditions requises pour permettre la consommation chez l'homme de la farine de poisson :

- dégraissage à moins de 1 % des lipides pour éviter la rancidité liée à l'oxydation des acides gras,

- ne laisser aucun résidu du solvant de raffinage pour être à l'abri d'effets toxiques relevant soit de ce résidu, soit d'impuretés qu'il pourrait contenir,

- la densité microbienne doit être inférieure à 2.000 germes par gramme dans la farine prête à être consommée. Celle-ci doit être exempte de colibacilles et de clostridium,

- empêcher la formation de trop forte quantité d'histamine qui se produit dans la chair de certains poissons à l'approche de la putréfaction,

- la farine doit être désodorisée ou d'odeur acceptable pour le consommateur.

Composition de la farine de poisson

pour 100 grammes :

protéines	74 g
lipides	0,1 g
sels minéraux	22,6 g
eau	3,3 g
digestibilité	94,7 %

ALLISON et ses collaborateurs de New Brunswick comparent les effets de la farine de poisson chez le chien adulte à ceux de la caséine. Un meilleur équilibre des acides aminés est obtenu par le jumelage avec les protéines céréalières.

2 - AUTOLYSAT DE POISSONS

Son utilisation est traditionnelle en Extrême-Orient sous forme de "nioc-man". Son efficacité nutritionnelle est remarquable. Il est obtenu par l'auto-digestion par les ferments des poissons et des déchets de poissons comprenant les glandes et les viscères. Cet autolysat contient alors une grande richesse protéique, vitaminique et minérale. Le produit se présente sous forme de pâte ou de poudre. Des essais ont été faits au Cameroun par MASSEYEFF, CAMBON et BERGERET à raison de 10 g de pâte ou 6 g de poudre chez l'adulte, chez l'enfant les doses ont été moindres. Leurs conclusions sont très favorables au point de vue valeur nutritive, valeur marchande et bonne conservation.

3 - LES ALIMENTS NOUVEAUX PREPARES A L'AVANCE

Le but est de produire des aliments apportant une association convenable des amino-acides.

- L'école de DAKAR depuis 1954 a approfondi dans l'intérêt de la prévention du kwashiorkor, l'étude des teneurs respectives d'amino-acides de la farine de poisson en les comparant à des aliments locaux. Le mil riche en leucine et tryptophane manque de cystine et d'isoleucine et surtout de lysine. L'arachide est pauvre en méthionine, sa teneur est faible en isoleucine, lysine, thréonine et cystine. L'association de la farine de poisson qui contient beaucoup de lysine apparaît opportune avec le mil et l'arachide d'autant plus que leurs facteurs limitants sont différents. SENECAL recherche l'efficacité de divers mélanges : mil, arachide, poisson ; mil arachide par comparaison avec des rations au mil seul ou lait écrémé seul. Les premiers résultats sont favorables au mélange.

- L'aliment indien : il est composé de

. farine d'arachide	30 %
. farine de sésame	10 %
. farine de soja	10 %
. farine de blé	10 %
. farine de tapioca	35 %
. levure	2 %
. sel	3 %

Aux 25 g. de protéines de la ration courante, l'aliment précédent, à raison de 57 g par jour, apporte un supplément élevant le taux de protéines à 43,3 g. Le "saridèle" est un mélange de :

. lait de soja	56 %
. lait d'arachide	24 %
. malt	20 %

Cet aliment est également aux Indes et peut servir dans les pays tropicaux où manque le lait de vache.

L'association arachide-sésame-soja est bénéfique. La déficience en méthionine de l'arachide et du soja est compensée par la richesse du sésame

en cet amino-acide ; d'autre part, la pauvreté du sésame en lysine est neutralisée par l'apport de cet acide aminé de l'arachide et du soja.

- La fondation californienne "MEALS FOR MILLIONS" a conçu un aliment valable et bon marché le "multipurpose food". Ce produit préparé selon les directives de BORSOOK est un dérivé de soja complété avec des protéines de la levure, du sel, des épices, des vitamines et des minéraux. Un repas sous un volume de 4 c à soupes apporte 200 calories, couvre le 1/3 des besoins quotidiens en protéines, calcium, phosphore, fer, vitamines. L'efficacité de ce composé est réelle.

- L'école de DEAN en OUGANDA, préconise la préparation ci-dessous dont les résultats sont très notables dans la prévention ou la guérison du kwashiorkor :

pour 16 parties d'arachide,
20 parties de farine de maïs,
12 parties de sucre de canne,
8 parties d'huile de table,
15 parties de lait écrémé sec,

les quatre ingrédients sont cuits ensemble sous forme de biscuit ; le lait est ajouté après cuisson des ingrédients.

oOo

- CHAPITRE V -

LES PROTEINES D'ORIGINE PETROLIERE

1 - GENERALITES

Dans la lutte mondiale contre la faim protéique, un élément nouveau vient d'apparaître. Il est né des chercheurs de la Société Française des Pétroles B.P., auxquels nous adressons de très vifs remerciements pour l'aide qu'ils nous ont apportée pour la réalisation de notre travail. L'élément nouveau dont nous avons parlé, est l'éventualité de la production massive de protéines à partir de micro-organismes cultivés sur du pétrole comme source de carbone et d'énergie.

Depuis plus de 50 ans, de nombreuses publications de nature fondamentale, traitent de la croissance des micro-organismes sur les hydrocarbures. Des travaux sur la culture des levures qui consomment des hydrocarbures paraffiniques, ont été faits par JUST. Le Docteur J. SENEZ du Centre National de la Recherche Scientifique dont les recherches sur l'oxydation biologique des paraffines normales font autorité, a précisé les effets de la culture d'une levure sur l'héxadécane normal.

En 1957, une organisation de recherches microbiologiques des spécialistes de la Société Française des Pétroles B.P. a été mise en place à Lavéra afin d'étudier les possibilités de l'emploi des micro-organismes pour certaines conversions des fractions du pétrole. Les résultats de ces recherches sous l'impulsion de M. CHAMPAGNAT, ont permis de constater qu'une grande variété de microbes vivent et prolifèrent activement aux dépens des mélanges d'hydrocarbures dans les cultures de laboratoire, dans les fonds

des réservoirs, les bassins de décantation des raffineries, des terrains imbibés d'huile et même sous le revêtement bitumineux des routes. Ces micro-organismes sont de la matière vivante à une très importante proportion de protéines.

La campagne mondiale contre la faim sous les auspices de l'Organisation des Nations Unies, et particulièrement le manque de protéines dont souffrent les 2/3 de l'Humanité, souligne l'importance du problème.

2 - DEPARAFFINAGE MICROBIOLOGIQUE

Un nombre considérable de micro-organismes peuvent croître sur les hydrocarbures comme substrats. La plupart d'entre eux consomment de préférence les hydrocarbures paraffiniques à chaîne droite. Les isoparaffines ne sont pas en général attaquées. Cependant les isoparaffines faiblement ramifiées 2 méthyl-tétradécane, 2 méthyl-pentadécane, 2 méthyl-dodécane sont nettement oxydés par certaines levures mais d'une façon plus lente que les paraffines exemptes de ramifications. Donc les micro-organismes ne métabolisent que de façon complète les paraffines normales. Les naphtas lourds, les kérosènes, les gasoils et même les gasoils lourds peuvent ainsi être déparaffinés avec amélioration considérable de leur tenue au froid. En métabolisant les hydrocarbures paraffiniques normaux présents dans les fractions du pétrole, les micro-organismes les déparaffinent profondément. Les gasoils paraffineux, tels que ceux des bruts du Sahara et du Proche-Orient, ont ainsi leur point de congélation abaissé de 20° ou de 40°C, ce qui facilite énormément leur écoulement. Les gasoils lourds distillant entre 350 et 400°C, ont un point de congélation élevé ; CE QUI INTERDIT LEUR emploi comme combustible pour moteur.

Le déparaffinage par les techniques classiques de ces fractions est onéreux et surtout il produirait des quantités énormes de paraffine dont on ne saurait que faire.

Le procédé de déparaffinage microbiologique du Laboratoire de Recherches B.P., valorise ces gasoils lourds, et surtout il produit des concentrés de protéines à la place des paraffines.

(1) Comme en moyenne 10 tonnes de gasoil paraffineux donnent 9 tonnes de gasoil déparaffiné et 1 tonne de concentré à 50°/₀ de protéines, le procédé s'avère économiquement rentable.

Les gasoils lourds paraffineux représentent en gros 7°/₀ des pétroles bruts traités. Avec cette matière première, on peut obtenir 10°/₀ de concentrés à 50°/₀ de protéines, soit 0,35°/₀ par rapport au pétrole brut.

En déparaffinant seulement les gasoils on pourrait tirer, dans des conditions économiques très attrayantes, 3 millions de tonnes de protéines par an, ce qui comblerait le déficit actuel.

Le tableau ci-dessous montre dans un cas particulier les différentes caractéristiques d'un gasoil avant et après le déparaffinage par les micro-organismes :

	Gasoils bruts	Gasoils déparaffinés
Densité	0,844	0,869
Indice de réfraction	1,4735	1,4832
Point d'écoulement	- 1° C	- 28° C
Point de trouble	+ 6° C	- 22° C
°/₀ de paraffine	16,7°/₀	1,1°/₀
°/₀ d'isoparaffine	57,7°/₀	64,8°/₀
°/₀ d'aromatiques	25,6°/₀	34,1°/₀

Remarques : Le point d'écoulement des gasoils après déparaffinage microbiologique est bas. Cette nouvelle propriété acquise est importante car

(1) Chiffres fournis par A. CHAMPAGNAT dans "Considérations sur l'éventualité de la production de protéines par l'industrie de pétrol". Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine - Tome 147 N° 9 et 10 1963 pp. 182-186.

elle permet la libre circulation des fractions de pétrole déparaffinées, dans les conduites et les réservoirs. Le danger d'une congélation éventuelle se trouve suffisamment écarté.

D'autre part, l'abaissement du point de trouble par ce déparaffinage microbiologique assure au gasoil déparaffiné un meilleur passage à travers les fins tamis des filtres, ce qui permet la marche des moteurs par temps froid.

Le déparaffinage microbiologique des produits pétroliers peut donc atteindre un double but : d'une part la production massive et rapide de quantités importantes de protéines de haute valeur alimentaire et biologique, d'autre part, la revalorisation de certaines fractions de pétroles trop riches en paraffine.

3 - LES CONCENTRES PROTEINES-VITAMINES

Ce terme désigne la matière cellulaire cultivée sur substrats pétroliers. Nous allons essayer d'en interpréter la composition en faisant appel à quelques notions élémentaires de nutrition.

L'homme et les animaux d'élevage ont besoin d'une alimentation équilibrée, renfermant des proportions bien établies de glucides, de lipides et de protéines, avec des éléments minéraux tels que le phosphore et le calcium, des oligo-éléments et une grande variété de vitamines. La carence d'un seul de ces composants suffit pour déterminer des troubles plus ou moins graves pour la santé physique et mentale des individus.

Au point de vue protéique, seules les protéines animales contiennent des acides aminés essentiels en quantité suffisante et dans les proportions requises. Or il se trouve que la plupart des micro-organismes font également la synthèse des acides aminés essentiels, avec une répartition qui se rapproche de celle existant dans les protéines animales.

Bien que l'intérêt alimentaire des glucides et des lipides présents ne soient pas négligeables, ce sont les protéines et les vitamines hydrosolubles qui font la valeur du nouvel aliment.

(1) Le tableau I donne la composition globale d'un concentré typique de protéines et de vitamines préparé à Lavéra.

Le tableau 2 détaille la répartition des acides aminés indispensables présents dans ce concentré et à titre comparatif, dans divers aliments de base.

Dans le tableau 3 figurent les vitamines du concentré, à côté de celles contenues dans les aliments variés.

Le tableau 2 montre d'abord que les protéines du blé sont très déficientes en lysine. Cet acide aminé ne se trouve en proportion suffisante que dans les protéines animales : viande, poisson, lait et levure.

Les protéines du nouveau concentré s'apparentent aux protéines animales. En particulier sa richesse en lysine et thréonine est remarquable, mais il est déficitaire en acides aminés sulfurés : méthionine et cystine dont les céréales contiennent une quantité suffisante.

L'association des protéines de graines et de celles du concentré protéines vitamines BP permet donc de réaliser un équilibre protéique satisfaisant, aussi bien pour l'alimentation des animaux et des hommes.

A côté des protéines indispensables, la présence d'une grande diversité de vitamines hydrosolubles, principalement du groupe B, est un facteur très favorable (voir tableau 3).

La composition du concentré protéines-vitamines montre qu'il peut apporter à ces aliments composés à la fois des protéines indispensables et les vitamines de croissance. Sa richesse en riboflavine et en acide pantothénique lui confère une valeur exceptionnelle à ce point de vue.

L'introduction du nouveau concentré protéines-vitamines dans l'alimentation humaine peut apporter un appoint marqué en protéines nobles aux peuples qui souffrent de malnutrition en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud, par exemple par incorporation aux farines, aux céréales, aux friandises (bonbons, biscuits), ou sous forme d'extraits pour bouillons, sauces, et bouillie pour les enfants après le sevrage. Ce concentré protéines-vitamines constituerait ainsi un élément nouveau pour la lutte contre le kwashiorkor.

---

(1) Ces tableaux ont été tirés de la revue de l'Institut Français du pétrole et annales des combustions liquides. Vol. XVII N° 11 Nov. 1962.

TABLEAU I

CONCENTRE PROTEINES-VITAMINES B.P.
COMPOSITION GLOBALE

	(g/100 g)
Humidité	7,03
Matière sèche	92,97
Azote total	6,92
Protéines	43,6
Lipides	18,5
Glucides (amidon)	21,9
Cendres	4,43
Calcium	0,211
Phosphore	1,250
Potassium	0,500
Sodium	0,060

TABLEAU II

COMPOSITION DES PROTEINES DE DIVERS ALIMENTS A L'ETAT SEC

	Farine de blé	Viande de boeuf	Lait de vache	Levure Torula sèche	Concentré Protéines - Vitamines B.P.
Protéines °/₀ sur sec	13,2	59,4	33,1	44,4	43,6
Acides aminés indispensables(g/100 g protéines)	(1)	(1)	(1)	(3)	
Leucine	7,0	8,0	11,0	7,6	7,0
Isoleucine	4,2	6,0	7,8	5,5	3,05
Valine	4,1	5,5	7,05	6,0	8,40
Thréonine	2,7	5,0	4,7	5,4	9,10
Méthionine	1,5	3,2	3,2	0,8	1,20
Cystine	1,9	1,2	1,0	1,0	0,10
Lysine	1,9	10,0	8,7	6,8	11,6
Arginine	4,2	7,7	4,2	4,1	8,0
Histidine	2,2	3,3	2,6	1,7	8,10
Phénylalanine	5,5	5,0	5,5	3,9	7,90
Tryptophane	0,8	1,4	1,5	1,6	1,17
Déficit (6)	Lysine		Cystine + Méthionine		

(1) GENEVOIX (M) Traité de chimie biologique - Presses universitaires de France Paris 1957

(3) INGRAM - An introduction to the biology of yeasts - Pittuan London 1955

(6) TREMOLIERES (J) SERVILLE (Y) et JACQUOT (R) - Manuel d'alimentation humaine Les éditions Sociales Françaises - Paris 1961

TABLEAU III

VITAMINES HYDROSOLUBLES

	Thiamine BI	Riboflavine B2	Acide Nicotinique PP	Acide Pantothénique	Pyridoxine B6	Cobalamine B12
Rôle	Métabolisme des sucres	Déshydrogénations-oxydations	Transfert de H2	Acétylation synthèse acides gras	Trans-amination	Synthèse purique
Ration quotidienne adultes (mg)	2	3	15	3	2	0,01
Effet de la carence	Béribéri Névrites	Arrêt de croissance	Pellagre	Arrêt de croissance	Dermatites	Anémie pernicieuse
Aliments :						
Viande de boeuf	1-3	2	40-100	7-21	1-4	
Foie de boeuf	5-10	16	75-275	30-60	5	8
Lait	0,3-0,7	1-3	1-5	1-4	1-3	
Céréales	0,5-7	1-1,5	10-30	5-20	3-6	
Tourteaux d'oléagineux	7-14	3-10	10-250	12-50		
Levure sèche	2-20(1)	30-60	200-500	30-200	40-50	
Concentré protéines-vitamines B.P.	3-16(1)	75	180-200	150-192	23	0,11

Les quantités de vitamines sont exprimées en milligrammes par kilogramme. (Référence Revue de l'INstitut Français des Pétroles.)

4 - VALEUR BIOLOGIQUE DES PROTEINES D'ALIMENTS COMPLETES PAR LE PRODUIT B.P.

Pour élaborer ses propres protéines, l'être vivant a besoin des acides aminés en proportions données. Si l'un des acides aminés manque, il ne peut pas utiliser les autres acides aminés présents qui sont brûlés pour fournir des calories. Tous les acides aminés utilisables doivent être ingérés en même temps.

La F.A.O. a déterminé la composition idéale d'une protéine type qui correspond à l'utilisation totale des acides aminés par le corps humain, pour élaborer ses propres protéines.

On détermine la valeur biologique d'une protéine, par comparaison avec la protéine type, déterminée par la F.A.O. Le plus petit rapport obtenu entre les acides aminés correspondants donne cette valeur biologique.

Exemple : La protéine de blé ne renferme que 1,9 de lysine, tandis que la protéine type en renferme 4,2. La valeur biologique de la farine est :

$$\frac{1,9}{4,2} \times 100 = 45$$

Il suffit parfois d'ajouter un complément d'acides aminés manquant à un aliment, pour augmenter considérablement sa valeur biologique, c'est à dire pour le rendre utilisable entièrement par l'organisme sous forme de protéines, et non plus sous forme de combustible.

Certains aliments additionnés de protéines-vitamines B.P. voient leur valeur biologique sensiblement augmentée. Quelques exemples énumérés ci-dessous illustrent cet accroissement.

	Blé	Mil	Maïs	Riz
Valeur biologique farine seule	45	64	43	76
avec addition de 5°/₀ produit B.P.	68	78	55	92
avec addition de 10°/₀ produit B.P.	72	75	61	92

TABLEAU COMPARATIF DE LA COMPOSITION DES PROTEINES DE LA FARINE DE BLE, DE MIL, DU PRODUIT BP, DU RIZ ET MAIS PAR RAPPORT A LA PROTEINE TYPE F.A.O.

PROTEINES °/₀ ACIDES AMINES (1)

	Protéine type F.A.O.	Protéine farine-blé	Protéines farine-mil	Protéines Riz	Protéines Maïs	Protéines Produit B.P.
Leucine	4,8	7	-	8,2	15	7,7
Isoleucine	4,2	4,2	-	5,2	6,4	5
Valine	4,2	4,1	-	6,2	5,3	5,2
Methiourine	2,2	1,5	2,35	3	3,1	1,6
Cystine	2	1,9	1,25	1,3	1,5	0,8
Lysine	4,2	1,9	2,7	3,2	2,3	7
Thréonine	2,8	2,7	2,65	3,8	3,7	4,9
Phénylalanine	2,8	5,5	-	5	5	5,4
Tyrosine	2,8	-	-	5,7	6	4
Tryptophan	1,4	0,8	1,75	1,3	0,6	1,3
°/₀ Protéines sur produit - produit sec		13,2	11	8,9	10	61,9

(1) Travaux de Mme C. de MAYO - R. 62 - n° 9

5 - ESSAIS BIOLOGIQUES DU CONCENTRE PROTEINES-VITAMINES B.P.

Le concentré protéines-vitamines est parfaitement assimilable et son absorption ne cause aucun préjudice à la santé.

Depuis plusieurs mois, sous la direction de M. CHAMPAGNAT, des essais biologiques sont en cours sur des animaux. Ces expériences préalables donnent des indications de nature toxicologique et nutritionnelle, contribuant ainsi à l'amélioration du produit. Leurs résultats sont suffisamment éloquents pour confirmer la valeur protéino-vitaminique du concentré. Cependant des essais de nutrition seront encore faits sur des populations significatives de rats, cobayes, chiens et de porcs et cela pendant des générations, avec des autopsies de contrôle périodiques.

Nous espérons que dans un proche avenir l'expérience pourra être tentée avec confiance chez l'homme. Mr. CHAMPAGNAT fait d'ailleurs couramment ce genre d'expérience sur lui-même.

6 - CONSIDERATIONS ECONOMIQUES

Les besoins quotidiens minima en protéines animales pour rester en vie sont de 30 g (1) pour les adultes, de 40 à 70 g pour les femmes enceintes et les enfants. D'après ces chiffres le déficit mondial annuel de protéines animales peut être évalué à 3 millions de tonnes. Cela correspond à 15 millions de tonnes de viande de muscle. La mise en culture de terres nouvelles suivie de l'élevage de race de bétail adaptées à différents climats, ne peut réaliser cette production dans un délai de 40 ans. Or, la population mondiale actuellement de 3 milliards aura probablement doublé dans 40 ans et dans 20 ans elle aura augmenté de plus de 1 milliard. Ce que nous venons de voir montre l'importance immédiate du problème que le pétrole peut résoudre.

Avec une tonne de paraffines normales, qui n'a pas à être séparée préalablement de la fraction de pétrole qui la renferme, on peut produire une tonne de concentré de protéines-vitamines à 45-50°/₀ de protéines. Les fractions de pétrole correspondantes sont par ce fait déparaffinées et mieux valorisées.

---

(1) Tous les chiffres ci-dessus ont été communiqués par A. CHAMPAGNAT dans la Revue de l'Institut Français du Pétrole N° 11 - Nov. 1962.

Pour une production annuelle de 1.000 millions de tonnes de pétrole brut, on peut admettre que 700 millions sont de nature paraffinique. La production de 7 millions de tonnes de concentré protéines-vitamines équivalente à 3 millions de tonnes de protéines consommerait 1°/₀ de ces 700 millions de tonnes brut. La ressource existe donc très largement à l'heure actuelle.

Comparant la vitesse de production de protéines dans les usines à celle de la nature par l'élevage traditionnel, on peut voir que la production industrielle est 2.500 fois plus rapide :

- un boeuf de 500 kg convenablement nourri sur un pâturage synthétise 0,5 kg de protéines par 24 heures,

- 500 kg de cellules vivantes de micro-organismes dans un fermentateur continu, recevant une alimentation convenable en hydrocarbures, azote, phosphore, potassium et air, doivent produire 2.500 kg de micro-organismes en 24 heures, soit 1.250 kg de protéines.

La viande de muscle renferme au maximum 20°/₀ de protéines, de sorte que les protéines de viande coûtent cinq fois le prix de la viande. Les études économiques préliminaires montrent que les protéines de fermentation pétrolière pourraient être produites à un prix très inférieur à celui des protéines de viande à son cours actuel en France.

De plus, des protéines produites dans les raffineries de pétrole existantes implantées dans les pays sous-développés et sous alimentés seraient payées en monnaie locale, en faisant l'économie d'importation à payer en devises fortes.

Au total, le concentré de protéines-vitamines BP constitue une nouvelle source protéique intéressante. Sa valeur biologique et nutritionnelle est démontrée par des expériences sur des animaux. Il peut dans un proche avenir assurer les besoins en protéines valables et contribuer ainsi à la lutte contre le kwashiorkor.

oOo

CONCLUSION

Dans les pays tropicaux et subtropicaux, la sous alimentation en engendrant un déséquilibre alimentaire, entretient un état de dénutrition globale et particulièrement azotée dont les manifestations cliniques individualisent le KWASHIORKOR. Cette affection surtout observée pendant et après le sevrage, est favorisée par un parasitisme intestinal fréquent à cet âge, et par certains états infectieux. Ces petits malades, payent encore un lourd tribu au Kwashiorkor par une mortalité qui atteint de 80 à 90 % pour les cas non traités. Même après la guérison, le pronostic lointain reste incertain à cause de l'évolution ultérieure des lésions hépatiques. En effet beaucoup d'auteurs établissent un rapport entre le Kwashiorkor de l'enfant d'une part la cirrhose et le cancer primitif du foie de l'adulte africain d'autre part.

L'accroissement de la population mondiale, la diversité géographique des conditions de vie, la généralisation de la monoculture, certaines abstractions et des rythes coutumiers sont parmi d'autres, les raisons de la malnutrition d'une proportion importante des êtres humains. La carence en protéines animales est de loin la plus importante et la plus répandue, dans ces pays sous développés souvent pauvres et ignorants de leurs besoins alimentaires. Les céréales : maïs, mil, riz et les tubercules : patates douces, manioc, ignames qui constituent la base de la nourriture dans ces pays, renferment une proportion de protéines négligeable. Ces protéines en trop faible quantité, et qualité, n'apportent pas suffisamment d'acides aminés essentiels dont l'organisme ne peut pas faire la synthèse. Ces derniers doivent être apportés au corps par l'alimentation. Le problème revient donc à trouver les sources riches en protéines biologiquement valables.

Pour étudier ces différentes sources, nous avons distingué :

1 - LES SOURCES DE PROTEINES ACTUELLEMENT EXPLOITEES :

- les protéines d'origine animale,
- les protéines d'origine végétale,
- les protéines des produits de la mer,
- les protéines des micro-organismes.

Ces différentes sources ont été étudiées d'une façon détaillée dans notre travail. A l'heure actuelle, l'on s'oriente vers les complexes d'aliments associant divers constituants protéiques pour mettre à la disposition de l'Homme mal alimenté, les mélanges alimentaires judicieusement équilibrés.

2 - SOURCE D'AVENIR : LES PROTEINES PETROLIERES :

Elles sont l'oeuvre, combien admirable, du Laboratoire des Recherches de la Société Française des Pétroles B.P. Le concentré protéines vitamines BP actuellement en expérimentation sur des animaux semblent être doué d'une activité protéique très appréciable. Les résultats obtenus sont satisfaisants et permettent tous les espoirs. Ce concentré, de haute valeur biologique peut être un élément complémentaire important des protéines des céréales. Ainsi sa consommation peut remédier à la carence protéique des peuples végétariens.

La présence d'une proportion élevée de vitamines de croissance augmente la qualité alimentaire du concentré.

Au point de vue économique, la culture des micro-organismes sur substrats pétroliers pour la production des protéines et des vitamines propres à l'alimentation des animaux et des hommes, est renforcée par la revalorisation des fractions du pétrole résultant de leur déparaffinage. Un tel produit bénéficierait donc d'un prix de revient relativement bas ; ce qui est essentiel pour les pays pauvres où il pourrait être consommé en priorité. Ainsi donc la lutte contre le kwashiorkor sera dotée d'une arme nouvelle, efficace et économique.

Jusqu'ici, source d'énergie, puis de produits chimiques, le pétrole est donc maintenant capable, dans des conditions compétitives, de devenir source de matières alimentaires nobles. Il peut ainsi apporter une contribution massive à la solution du problème numéro I de notre époque : la faim en général et la faim protéique en particulier.

oOo

Vu, le Président de Thèse

Professeur L. BRUMPT

Vu, le Doyen de la Faculté

Professeur G. CORDIER

Vu et permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris

J. ROCHE

B I B L I O G R A P H I E

- AUBERTIN E., DANGOUMEAU A. et CASTAGNON R.

  "Journ. Med. B ordeaux", 1946, 123, 161

- AUFFRET C., et TANGUY F.

  1949, Bull. Med. A.O.F., 6, 99

- Agricultural Département.

  The WORLD FOOD BUDGET, 1961, 1965, U.S.A.

- AYKROYD W., Et KRISHNAN

  "India J. Med. Res. 1937 , 25, 367

- BAUMANN C., VON DESCHWANDEN J.

  "Schw. Med. Wochens", 1934, 30, 702

- BERGERET C.

  1948, Bull. Med. Afr. Accd. Franc. 5, 257

- BERGERET C.

  1950, La dégénérescence graisseuse du foie de l'enfant noir, ses rapports avec la cirrhose et le cancer du foie. Dans Conférence interafricaine sur l'Alimentation et la Nutrition,
  DSCHANG, CAMEROUN, 3 - 9 octobre 1949, p.382

- Besoins en protéines. Rapport du Comité de la F.A.O. Rome, 24- 31 oct. 1955
  Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture. Rome 1938

- BEZON A.

  Le Kwashiorkor vu par un praticien (A propos de 55 observations cliniques)
  Presse Méd. 9 mai 1959, n° 23, 932-934

- BINET L. et Mlle BONNET V.

  "Journ. De Phys. 1941, 47, 38, 187"

- BRESSANI R., SCRIMSHAW N.S., BEHAR M., VITERI F.

  "J. Nut." 1950, 66, 591

- BROCK J.F. et AUTRET M.

Le Kwhashiorkor en Afrique, Etude de Nutrition de la F.A.O. n° 8, Mars 1952, Rome (Italie)

- BLOCK R.J. et BATEMAN M.R.

Document WHO-FAO-UNICEF, 12 mars 1956, Nutr. Panel, R.6.

- BLACK W.A.P.

Proc. Nutr. Soc. 1953, 12, 32

- BOHN A. et H. GOUNELLE

Proc. of the 7th Colloquium, Bruges 1959
"Protides of biological Fluids", Elsevier Publ. Cy, Amsterdam, 1960

- BLOCK S.S., STEARNS T.W. et coll

J. Agr. Food Chm. 1953, 1,890

- BRULL, L. et DUMONT L.

Arch. Intern. Phys. 1943, vol. 53, 17

- BURGER M. et NOCKER

J. Chem. Abs. 1950, 44, 167

- CALDWELL R.W.

In Altschul A. Processed Plant Protein Foodstuffs, Acad. Press. Edit. New York, 1958, 554

- C.N.E.R.N.A.

Centre National d'Etudes et de Coordination des recherches sur la nutrition et l'Alimentation du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.

- CHANNING D.M. et YOUNG G.T.

Chem. Ind. 1952, 519

- CORREA J.P.

Rev. Med. Yucatan 1903, 3; n° 6

- CROSNIER R.R. et Mlle MARGUERITE

Ann. Hyg. Publ. Indus. et Soc. 1951, 29, 76

- CROSNIER R., GIRARD P. et Mlle KERNY

C.R. Acad. Sc. 1947, 225, 1094

- CHAMPAGNAT A.

Biosynthèse de concentrés protéines vitamines à partir du pétrole.
Revue de l'Institut Francais du Pétrole, n° 11, novembre 1962,1372-1377

- CHAMPAGNAT A.,C., VERNET B., LAINE et J. FILOSA

Biosynthésis of protein-vitamin concentrates from petroleum.
Nature, 5 janvier 1963, 13-14

- CHAMPAGNAT A.

Considérations sur l'éventualité de la production de protéines par l'industrie du pétrole.
Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine, Tome 147,n°9 ,10
1963, pp.182-186

- CZERNI A. et KELLER (1925-1928)

Des Kindes Ernährung, Ernährungsstörungen und Ernährungstherapie
2, Aufl Bd. 1 et 2, Leipzig et Wien.

- CLARK, A. (1936)

J. Trop. Med. Hyg. 39, 269, 285

- CLARK M. (1951)

E. Afr. Med. J. 28, 229

- DAVIES J.N.P.

Sur la pathogénie essentielle du Kwashiorkor,
Lancet, Fev. 1948, 254, n° 6496, 317-320

- DAVIES J.N.P.

Nutrition and nutritional diseases Annual Review of Medecine,
1952, vol. 3/99

- DEAN R.F.A.

Traitement du Kwashiokor par le lait et les protéines végétales.
Brit. Med. J. 11, Oct. 1952, 2, 791-796

- DEAN R.F.A. et SCHWARTZ

The serum chemistry in uncomplicated Kwashiorkor
Brit. J. Nutrition, 1953, 7, 131

- DEAN R.F.A.

East African Journ. 1960, 37, 378

-DELON J. (1950)

Maroc Médical, 29, 333

- DEMAEYER E.M., VAN GYSEL T. et PENNE H.

Notes sur les étiologies infectieuses et parasitaires du Kwashiorkor
Ann. Soc. Belger, Med. Trop. 1954, 43, 875

- DEMAEYER E.M.

Traitement diététique du Kwashiorkor
Ann. Soc. Belger Med. Trop. 1954, 34, 139

- DE POUCQUES M.L. et MASSON H.

Bull. et Mem. Ecole de Médecine, Dakar, 1956, IV, 266, et 1957, V, 317

- DOCUMENTS WHO FAO UNICEF, 12 mars 1956, Nutr. Panel, R.5.

- DOCUMENTS WHO FAO UNICEF, Nutrition Panel, R.8., 15-3-56

- DUFOUR V. et GOURRY N.

Ann. Med. Pharm. colon. 32, 493

- ERICKSON L.E. et SJOSTROM A.G.

Acta Chem. Scand. 1952, 6, 805

- ERICKSON G.M.

Haemosiderosis in the gold Coast African-Pro C.C.CT A/WHO
Nutrition Conférence, Gambia, 1952, 115

- FAO'S Work with edible fish meals FAO 56/6/4103

- FERNANDO R., JACQUOT R. et MERAT P.

Ann. Nutr. et Alim. 1954, 8, 547

- Fondation Meals for Millions, Los Angeles, 14, U.S.A.

- FINK H. et HERALD E.

Zeit für Phys. Chem. 1956, 305, 182

- GEIGER E.

Amer J. of Clin. Nutr. 1958, 6, 394

- GENEVOIX M.

Traité de Chimie Biologique, Presses Universitaires de France, Paris 1957

- GOUNELLE H., BACHET M. et MARCHE J.

Thérapeutique de l'oedème de dénutrition par les vitamines, le sucre, la caséine, le beurre, le lait et soja,
Bull. Mem. Soc. Med. Hop. Paris 1942, 16 octobre p; 349

- GOUNELLE H. et COFMAN S.

Les levures dans l'alimentation de l'homme,
Ann. Nutr. et Alim. 1956, X, p.253

- GOUNELLE H.

Les ressources alimentaires nouvelles,
Rapport au 38è congrès National d'hygiène,
Revue Hyg. et Med. Social. 1959, 7, n° 4, p.331

- GOUNELLE H.

Le Kwashiorkor
Gas. Med. de France 25/3/62, 69, n° 6, 855-870

- GOUNELLE H.

La couverture des besoins caloriques dans les pays sous-développés.
Nutritio et Dieta. Vol. 4, 1962, p.67

- GUILLON

Nutrition et alimentation tropicale, 1957, p.1333

- GILLMAN J. et GILLMAN T. (1945)

Arch. Path. 40, 239

- GILLMAN J. et GILLMAN T. (1951)

Perspectives in human malnutrition, New York

- GRAC R. et coll.

J. Agric. Food, chem. 1952, 2, 982

- HALE F. et LYMAN M.

Journ. Animal Sc. 1957, 16, 364

- HARMS W.S. et HOLLEY K.T.

Proc. Soc. Exp. Biol. and Med. 1951, 77, 297

- HEIMAN V., CARVER J.S. et COOK J.W.

Poultry sc. 1939, 18, 464

- HETWANG B.W. BIRD H.R. et ALTSCHUL A.M.

Poultry Sc. 1955, 34; 81

- HUGUES W.

The Lancet 1946, 250, 569

- HUNDLEY J.M. et ING. R.B.

Sciences, 1956, 124, 536

- HOWE E.E.

Chemical and Engineering News Juiy 23, 1962, p.74-82

- INGRAM

An Introduction to the biology of yeasts, Pitman
London 1955

- JAFFE W. (1947)

Circulaire 16 Ministerio de Agricultura Y Gria Venezuela

- JACQUOT R.

Le Tourteau d'arachide....
Monographie Lab. Bioch. de la Nutr. du C.N.R.S. Paris 1953

- JACQUOT R. et Mme RANDOIN L.

Bull. Soc. Chim. Biol. 1942, 24, 165

- JACQUOT R. et VIGNERON M.

Le besoin azoté,
Soc. de chimie organique et biologique, cahier n° 2, Commentry Alliers

- JUST F., SCHABEL W., et ULLMAN S.

Culture submergée de levures et de bactéries qui consomment les hydrocarbures. Die Braurei (Wissenschaftliche Beilage) Septembre 1951, 71-75

- KRAUT H. et LEHRMAN G.

Bioch. Zeitsch, 1948, 319, 209

- KUPPUSWAMI S., GERI K.V., SUBRAHMANYAN V.

Indian J. Med. Res. 1949, 37, 41

- LAPICQUE I.

C.R. Acad. Sc. 1919, 167, 1082

- LEROY A.M. et FEVRIER R.

Ann. Agron. 1947, 4

- LIEURADE M. (1932)

Bull. Soc. Path. Exot. 25, 46

- MACHEBOEUF et TAYEAU

Gras, 1943, 1, 132

- MASSEYEFF R., CAMBON A., BERGERET B.

Encyclop. Mens. d'outre-Mer 1955, vol. 5, fasc.
56 avril.

- MAYO (C. de)

Conférence, Palais de la Découverte, "du pétrole aux protéines" 10.II.63 à para:

- MORIMURA Y. et TAMIYA N.

"Food techn. "1954, 8, 179

- MONOD J.

Recherches sur la croissance des cultures bactériennes,
Hermann, Paris 1958

- MORISSON

Tables du National Research Council, Feeds and Feeding

- MURLIN J.R., EDWARDS L.E. et HOWLEY E.E.

Journ. Biol. Chem. 1944, 156, 785

- NORMET L. '1926)

Bull. Soc. Path. Exot. 19, 207

- NORMET L. (1937)

Bull. Acad. Med. Paris 117, 239

- NORMET L. (1937)

Bull. Soc. Sci. Hyg. aliment. 25, 153

- O.A.A. Rome,

Rapport n° 825 du Gouvernement de l'Irak sur la nutrition par H. GOUNELLE 1958

- OVERMAN A.

Food Res. 1951, 16, 39

- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture (1949) Tables de composition des aliments pour l'usage international, Washington (Etudes de nutrition de la FAO n° 3)

- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture (1949-1950) Bilans alimentaires et Suppléments. Washington, D.C.

- Organisation mondiale de la Santé, Comité Mixte OAA/OMS d'experts de l'alimentation et de la Nutrition, 1950, Ser. Rapp. Techn. 16-17

- PETERS F.

Document n° 95, Comm. Pacifique Sud Noumea.

- PETERSON D.W.

J. Nutr. 1950, 42, 597

- PIERAERTS G. (1942)

Rec. Trav. Sci. Med. Congo Belge, n° 1, p.104

- PIERAERTZ G. (1950)

Bull. Soc. Path. Exot. 43, 120

- POLONOWSKI M.

Exposés annuels de biochimie médicale, 8è série, Paris, p. 109-133

- PIRIE N.W.

Lancet 1959, 2, p.961

- RATHER J.B. et FRAPS J.S.

Texas, Agric. Exp. Station, 1913, bul. 1633

- REISER C.O.

Journ. Agr. Food Chem. 1954, 2, 70

- RIBADEAU-DUMAS L. MATHIEU et WILLEMIN L.

Le nourrisson 1980, 18, 65, 161, 207

- ROBERTS R.S.

Britich J. of Nutr. 1954, 8, 353

- ROBINSON

Cité par STOKES J.L., "In Altschul", ref. n ° 50, 797

- ROMBAUTS P.

Oleagineux 1951, 6, 203

- ROCHE J. et LAFON M.

C.R. Soc. Biol. 1949, 229, 481

- ROSE M.

Ann. Nutr. et Alim. 1954, VIII, 599

- ROSS A.G.

Journ. Sci. Food Agric. 1953, XX, 4, 335

- SENEZ J.C. et AZOULAY E.

Degradation bactérienne des hydrocarbures paraffiniques.
Annales de l'Institut Pasteur 98 (1960), p.858-879

- SENECAL J. et DUPIN H.

Le foie et le pancréas dans le kwashiorkor
Rev. Internat. Hepat. 1956, 6 n° 2

- SENECAL J.

Traitement et prévention du Kwashiorkor,
Bull. mem. Dakar, 1957, 5, 121-147

- SENECAL J., ROULLIER C., CAMAIN R. et DUPIN H.

Etude des lésions hépatiques du kwashiorkor par le microscope électronique
Bull. Med. A.O.F., oct.-déce. 1958, 3, n° 4, 480,483

- SENECAL J., ROULLIER C., CAMAIN R. et DUPIN H.

Etude des lésions hépatiques du Kwashiorkor par le microscope électronique
Bull. Soc. Path. exot. nov.-Décem. 1958, 51, n° 6, 1021

- SENECAL J.

Bull. et Mem. Ecole de Médecine, DAKAR 1957, 5, 121

- SMITH H.A.

Amer. J. Path. 1957, 33, 353

- STOCKES J.L.

In Altschul, ref. n° 50, p.799

- Société des Nations.

Bull. Santé, 1938, 7, 66

- SUBRAHMANYAN V. REDDY SK et coll.

Brt. Nutr. 1954, 8, 348

- SUMMERS J.C. et MEAD BT

Expériments conduted in baking départ, etc..
School, Techn. Train Okmlgee Oklahoma

- 2è Symposium international, Juillet 1955, Trondheim. Edité par Pergamon
Press. Londres et New-York 1956

- 1è Symposium international sur les algues, Juillet 1952, Edinbourg,
Edité par inst. of. Seaweed Research inverresk, Midlothin, Ecosse.

- TAKAHASHI E., SHIRAHAMA K. et TASE S.

Journ. Chem. Soc. jap. 1933, 54, 619, et 1935, 56, 1250

- Tables du National Research Council, d'après MORISSON, Feeds and feeding.

- TREMOLIERES J., SEVILLE Y., JACQUOT R.

Manuel d'alimentaire humaine, les Editions francaises, Paris 1961

- THAYSEN A.C.

Yeasts, W. Junk, La Haye 1957

- The worls Food Budget, 1962-1965, U.S. Agricultural Departem.

- SENECAL J., ROULLIER C., CAMAIN R. et DUPIN H.

Etude des lésions hépatiques du Kwashiorkor par le microscope électronique
Bull. Soc. Path. exot. n° 6-Déc. 1958, 51, n° 6, 1021

- SENECAL J.

Bull. et Mem. Ecole de Médecine, UNRAN 1957, 5, 121

- SMITH H.A.

Amer. J. Path. 1957, 33, 353

- STOCKES J.L.

In Itschul, ref. n° 50, p.799

- Société des Nations.

Bull. Santé, 1938, 7, 66

- SUBRAHMANYAN V., REDDY SK. et coll.

Brt. Nutr. 1954, 8, 348

- SUMMERS J.C. et MEAD ST.

Expériments conduted in baking départ, etc.,
School, Techn. Train Okulose Oklahoma

- 2e Symposium international, Juillet 1955, Trondheim. Edité par Bergsman
Press. Londres et New-York 1956

- 1e Symposium international sur les algues, Juillet 1952, Edinbourg,
Edité par inst. of. Seaweed Research Inverresk, Midlothin, Ecosse.

- TAKAMASHI E., SHIRAHAMA K. et TASE S.

Journ. Chem. Soc. jap. 1932, 54, 619, et 1935, 56, 1250

- Tables du National Research Council, d'après MORISSON, Feeds and feeding.

- TREMOLIERES J., SEVILLE Y., JACQUOT R.

Manuel d'alimentaire humaine, Les Editions françaises, Paris 1961

- THAYSEN A.C.

Yeasts, W. Junk, La Haye 1957

- The world Food Budget, 1962-1965, U.S. Agricultural Department.

- THOMSON M.D. et TROWELL H.C.

Pancréatic enzyme activity in duodenal contents of children with a type of kwashiorkor,
The Lancet, May 1952, 24, 1031

- TROWELL H.C., et DAVIES J.N.P.

Kwashiorkor, nutritional background, history, distribution and incidence
Brit. Med. J. Oct. 1952, 11, 796

- TROWELL H.C., DAVIES J.N.P. et DEAN R.F.A.

Kashiorkor : clinical picture, pathology and differential diagnosis,
Brit. Med. J. Oct. 1952, 11, 798

- TROWELL H.C.

1949, Trans. R. SOS Trop. Med. Hyg. 42, 417

- TROWELL H.C.

1950, Nutr. Rev. 8, 161

- WALIDIMIROV B.D. et coll.

Giglenaisanit, 194, 7, Rapporté par interscience, 1951, 1, 211

- VAN VEEN A.G.

Australian Inst. Anat. Food and Nutr. et Alim. Notes and Rev. 1953, 10,21

- VEGHLYI P.V.

1948, Lancet 1, 497

- VEGHELYI P.V.

Kémeny T.T. POZSONYI J. et Sos. J. 1950, Amer. J. Dis. Child. 79, 658

- WALT F., WILLIS L. et NIGHTINGALE R.P.

1950, S. Afr. Med. J. 24, 920

- WATERLOW J.C.

1948, Spec. Rep. Ser. Med. Res. Coun. Lond. n° 263

- WATERLOW J.C.

1950 Lancet 1, 908